ROYAL COLLEGE OF PHYSICIANS

SUR

L'ADOUCISSEMENT, LA PURIFICATION

ET

L'AÉRATION ARTIFICIELLE

DE

L'EAU DES GRANDES VILLES,

D'APRÈS DE NOUVEAUX PROCÉDÉS ANGLAIS.

Discours prononcé devant les Membres du Congrès international de Bienfaisance (Bruxelles. Sept. 1856),

SUIVI DE LA

Discussion consécutive et de trois Notes complémentaires ;

PAR **F.-O. WARD**, Esqre.

(ANGLETERRE).

BRUXELLES,

J.-B. TIRCHER, IMPRIMEUR-LIBRAIRE,

RUE DE L'ÉTUVE, 20.

1857

SUR L'ADOUCISSEMENT, LA PURIFICATION,

ET

L'AÉRATION ARTIFICIELLE

DE

L'EAU DES GRANDES VILLES [1].

A la fin de l'une des séances du Congrès international de bienfaisance, l'un des membres de cette assemblée, M. F.-O. Ward (Angleterre), qui s'est donné la mission d'étudier les questions se rattachant au bien-être des populations, a fait connaître un procédé chimique récemment introduit en Angleterre pour purifier les eaux des grandes villes, et y a joint des expériences intéressantes.

A la suite de cet exposé, des interpellations, adressées à M. F.-O. Ward par plusieurs membres du Congrès, lui ont fourni l'occasion d'indiquer sommairement un nouveau procédé, qu'il a lui-même imaginé, pour suppléer au défaut d'aération qui se présente souvent, non-seulement dans les eaux artificiellement adoucies, mais aussi dans les eaux naturelles.

La question des eaux touche de si près aux intérêts hygiéniques des populations, et aux intérêts économiques et financiers de l'industrie, que le *Moniteur belge* a jugé utile, sans prendre parti pour l'une ou l'autre des opinions jusqu'ici controversées, de donner un résumé de cet exposé et de la discussion qu'il a amenée.

La pureté des eaux n'influe pas moins sur la santé des animaux que sur celle des hommes. Aussi croyons-nous de notre devoir de saisir avec empressement toutes les occasions d'éluci-

(1) Ce document est reproduit d'après des rapports publiés dans le *Moniteur belge*, *L'Indépendance belge*, et les *Annales de médecine vétérinaire*. L'introduction et les notes additionnelles ont paru exclusivement dans cette dernière publication.

der les difficiles problèmes qui s'y rattachent, et notamment la question non encore résolue de l'effet des sels calcaires sur l'économie animale.

Nous reproduisons donc le rapport du journal officiel, et nous sommes heureux de pouvoir y adjoindre des notes, jusqu'à présent inédites, dans lesquelles M. F.-O. Ward, sur notre invitation, a bien voulu comprendre quelques renseignements plus détaillés sur le système que son école préconise, et notamment sur l'aération artificielle des eaux des grandes villes, proposée par lui-même.

Voici comment s'est exprimé M. F.-O. Ward :

« Je vais d'abord vous soumettre, Messieurs, quelques simples et courtes expériences, destinées à faire ressortir la nature et les avantages d'un procédé chimique très-curieux, et surtout très-utile, dont on se sert depuis quelques années, avec un plein succès, pour adoucir l'eau, naturellement très-calcaire, distribuée à une population de 30,000 âmes, habitant Woolwich et son voisinage, en Angleterre.

» Je n'ai pas besoin de vous dire, Messieurs, combien la question de l'eau se rattache intimement à la question des subsistances; vous savez que nous sommes composés d'eau pour les quatre cinquièmes de notre poids; et que ce fluide indispensable entre aussi pour quatre cinquièmes dans notre alimentation.

» Les moyens de se la procurer pure rentrent donc, évidemment, dans le cadre de notre programme, surtout pour ceux qui, avec mes amis et moi, préfèrent la bienfaisance *préventive* et *radicale* à la bienfaisance *palliative* et *provisoire*.

» La question, comme je vais vous la poser, a un intérêt d'actualité pour les villes de Paris et de Bruxelles, parce que, à Bruxelles on distribue, et à Paris on se propose de distribuer de l'eau de source calcaire, aussi dure, naturellement, que l'est celle de Woolwich, mais susceptible, comme elle, d'être adoucie et purifiée par le nouveau procédé.

» Voici, par exemple, de l'eau distribuée à Bruxelles. A l'œil, elle paraît claire, fraîche, étincelante : on dirait une eau parfaitement pure, une boisson délicieuse. Mais j'ai ici un réactif qui rendra visible la craie carbonatée qu'elle contient en dissolution. J'en mets. Vous voyez que cette eau, tout à l'heure si trans-

parente, se trouble, devient opaque, blanchâtre, et acquiert l'aspect du lait dilué. Qui voudrait en boire maintenant?

» Cependant, la craie y était tout à l'heure; seulement elle était dissoute et invisible.

» Cette craie, selon moi, est nuisible à la santé. Je n'ai pas le temps de vous soumettre maintenant les preuves de cette proposition. Vous les trouverez consignées dans une brochure intitulée : « *Sources artificielles d'eau pure* » que j'ai publiée à Bruxelles en 1853.

» Cette craie est encore nuisible en ce qu'elle détruit le savon, qu'elle convertit en grumeaux insolubles; en ce qu'elle précipite, en pure perte, les principes actifs du thé, du café, du houblon, du bois de teinture ; en ce qu'elle dégrade le linge qu'on y lave ; et détériore des produits industriels et culinaires, tels que pain, bière, tissus teints, etc.

» J'ai dressé la statistique de ces pertes dans la brochure déjà citée, où je les estime à 1,000,000 de francs au moins par an, pour Bruxelles.

» L'eau calcaire nuit donc aux intérêts pécuniaires, en même temps qu'elle détériore la santé des populations; sa purification est ainsi doublement importante.

» Le procédé que mon compatriote M. Clarke a, le premier, proposé dans ce but (quoique, je dois le dire, ce procédé fût connu dans les laboratoires de temps immémorial) est extrêmement curieux.

» Il consiste à retirer la chaux dissoute dans l'eau, en y ajoutant de la chaux encore.

» Cela paraît un paradoxe. C'est cependant tout simple.

» La chaux existe dans l'eau calcaire à l'état de *bicarbonate*, c'est-à-dire combinée avec deux doses d'acide carbonique.

» Quand on retire du bicarbonate de chaux une de ses deux doses d'acide carbonique, il devient protocarbonate.

» Or, le bicarbonate seul est soluble, le protocarbonate est insoluble.

» Pour précipiter donc le bicarbonate dissous dans l'eau calcaire, il suffit de la priver d'une de ses deux doses d'acide carbonique.

» C'est ce qui a lieu quand on ajoute de la chaux vive.

» La chaux vive prend de la chaux dissoute l'une de ses deux doses d'acide carbonique.

» Ainsi, la chaux ajoutée et la chaux dissoute, l'une en gagnant, l'autre en perdant une dose d'acide carbonique, se trouvent réduites toutes les deux à l'état de protocarbonate ; lequel, étant insoluble, se précipite, en laissant l'eau claire et douce.

» Voilà pour la théorie du procédé.

» Pour vous en faire comprendre la pratique sur une grande échelle, je vous dirai succinctement comment on opère à Woolwich :

» On a un grand réservoir pouvant contenir assez d'eau pour la consommation d'une journée. Ce réservoir est divisé en trois compartiments.

» On remplit successivement ces compartiments de l'eau dure qu'une pompe à vapeur amène d'une source crayeuse.

» Dans le tuyau qui conduit l'eau dure au réservoir, on fait entrer, par un tuyau d'embranchement, une quantité mesurée de chaux vive délayée.

» Le mélange, arrivé dans un compartiment du réservoir, y reste en repos pendant 16 heures.

» A la fin de la 16e heure, une quantité de craie, en poudre très-blanche et très-fine, se trouve au fond du réservoir.

» L'eau adoucie surnage parfaitement claire et pure. On la distribue; tandis que, dans les autres compartiments, on opère successivement la purification d'une seconde et d'une troisième quantité, et ainsi de suite.

» La craie précipitée s'accumule au fond du réservoir. Tous les deux mois, quand il y en a une couche d'environ 18 pouces, on l'enlève.

» Voici de ce précipité. Je l'ai recueilli moi-même sur les lieux. Il est identique en composition avec la substance connue dans le commerce sous le nom de Blanc d'Espagne. On en produit à Woolwich environ trois cents tonneaux par an, dont la moitié est la craie retirée de l'eau adoucie, tandis que l'autre moitié provient de la chaux ajoutée.

» Sans ce procédé quelque chose comme 150 tonneaux de

craie seraient annuellement distribués aux 3,000 maisons et aux 30,000 personnes qui reçoivent cette eau à Woolwich.

» On s'arrange, en ce moment, pour vendre ce précipité, dont la valeur couvrira, dit-on, et au delà, les frais du procédé.

» En attendant, le coût du procédé est peu considérable : 10 centimes, tout au plus, par tête de la population desservie et par an. C'est une dépense insignifiante, surtout en comparaison des avantages immenses que l'eau pure procure aux populations.

» J'ai fait une enquête personnelle à ce sujet à Woolwich, et j'ai trouvé tout le monde d'accord pour louer l'eau adoucie.

» La compagnie, pour savoir si la population s'en apercevrait, a négligé, pendant trois semaines, d'adoucir l'eau. Les réclamations sont arrivées de tous les côtés, et elles ont été si vives, que la compagnie n'a pas tardé à reprendre le procédé.

» Cette expérience a fait ressortir deux des avantages les plus remarquables du procédé : 1° Celui de précipiter, avec la craie, la petite quantité de matière organique (environ 0.1414 en 10.000) que l'eau de Woolwich renferme ; 2° Celui d'empêcher les confervoïdes et les animalcules de s'y développer pendant son séjour dans les réservoirs, où elle se trouve exposée aux influences solaire et atmosphérique.

» Car, pendant la période de l'omission du procédé (c'était en juillet 1855, par un temps calme et chaud), la surface de l'eau non adoucie se couvrait d'une masse de végétation confervoïde, d'où s'élevait une puanteur qui n'accusait que trop nettement la putréfaction de ces matières organiques.

» Aucun phénomène de cet ordre ne se présente jamais dans les réservoirs de Woolwich, maintenant que l'adoucissement de l'eau est en activité régulière. J'ai plusieurs fois visité ces réservoirs et examiné l'eau qu'ils contiennent, et je n'y ai jamais observé la moindre trace de végétation, ni le plus petit animalcule.

» Ce fait s'explique facilement du reste. Les confervoïdes et les animalcules se nourrissent en partie de la matière calcaire de

l'eau ; quand cette condition indispensable de leur existence est retirée, ils ne peuvent plus se produire.

» Voici maintenant des échantillons de l'eau de Woolwich avant et après l'adoucissement.

» J'ajoute à tous les deux une portion du réactif qui a rendu visible tout à l'heure la craie dans l'eau de Bruxelles. Vous voyez que l'un devient trouble, tandis que l'autre reste clair; c'est ce dernier qui a subi le traitement.

» Dans ces ballons, j'ai mis une quantité mesurée de chacune de ces eaux, pour vous en montrer l'effet sur le savon

» J'ajoute à chacune une égale dose de savon.

» L'une, comme vous voyez, mousse bien. L'autre ne mousse pas; elle détruit le savon en le convertissant en grumeaux.

» Je fais la même expérience avec l'eau de Bruxelles : elle ne mousse pas, elle détruit le savon.

» Cependant l'eau de Woolwich, même après l'adoucissement, n'est pas absolument pure. Elle contient toujours environ une partie sur 10,000 de matière calcaire, principalement de sulfate de chaux.

» Je crois qu'il y a moyen de précipiter cette impureté aussi. Je l'ai suggéré au président de la compagnie de Woolwich, et j'espère bientôt le faire essayer.

» Messieurs, je passe sur bien des détails importants; je n'ai voulu que vous donner une esquisse rapide de ce procédé.

» Je dois ajouter que l'honneur d'avoir, les premiers, appliqué ce procédé sur une échelle considérable, revient aux propriétaires des *May-field print-works*, à Manchester; et que M. Hommersham, ingénieur distingué, entrant avec courage dans la nouvelle voie ainsi ouverte, et bien secondé par M. L. Davis, l'honorable président de la Compagnie de Woolwich, a, le premier, distribué à une population urbaine de l'eau ainsi purifiée.

» Je termine en exprimant mon ardent désir que, grâce à cette belle et simple invention, les populations de Paris et de Bruxelles puissent être bientôt dotées d'une eau pure, douce et salubre, dont l'emploi économiserait, à la population bruxelloise seule, au moins un million de francs par an, tout en lui évitant

la distribution nuisible de quelque chose comme deux tonneaux de craie par jour. »

Cette démonstration a provoqué une discussion assez vive.

Plusieurs membres ont successivement combattu les opinions émises par M. F.-O. Ward, en tant qu'elles tendaient à faire croire que l'eau actuellement distribuée à Bruxelles laissait à désirer sous le rapport de la pureté. Cette eau, selon eux, est bonne et claire; et si la craie qu'elle contient la rend moins apte que l'eau douce aux usages détersifs, elle n'en est que plus apte aux usages alimentaires, vu que son imprégnation calcaire contribue a sa fraîcheur, et surtout à son aération. Tout le monde, ont-ils dit, sait combien est insipide l'eau distillée, et combien sont nauséabondes les eaux pluviales. Ces eaux, cependant, sont des eaux non calcaires, des eaux telles que M. F.-O. Ward voudrait en voir distribuer dans les grandes villes. De pareilles eaux, privées de la matière terreuse indispensable à la nutrition des os, n'exposeraient-elles pas les populations à la dégénération rachitique, et aux difformités qui en résultent?

D'autres membres ont hésité à admettre que les effets hygiéniques de l'eau calcaire pussent être sensiblement nuisibles, vu la petite quantité de l'impureté, qui dépasse rarement deux ou trois dix millièmes du poids total de l'eau. C'est, selon eux, surtout pour les usages détersifs et industriels que la pureté de l'eau est désirable. En présence des avantages économiques de l'eau pure, il n'est pas besoin, ont-ils dit, de chercher des avantages hygiéniques, plus ou moins exagérés et illusoires, pour motiver une préférence à laquelle, pour leur part, ils s'associent. Ils admettent, du reste, la valeur pratique du procédé décrit par M. F.-O. Ward.

A ces observations ont succédé quelques objections d'un ordre moins général, mais peut-être plus pratique. Des doutes ont été exprimés, des questions ont été posées à M. F.-O. Ward, quant à la possibilité de faire précipiter toute la craie des eaux calcaires, sans y laisser en échange une partie de la chaux ajoutée; ce qui leur donnerait un goût alcalin, et les rendrait certainement malsaines. Comment, dans la pratique, arrive-t-on à doser exactement la quantité de chaux à ajouter? Comment s'arrange-t-on pour enlever le précipité du fond d'un vaste réservoir? Les soins

et les manipulations nécessaires n'entraînent-ils pas des frais considérables? Et ces frais ne dépassent-ils pas les prétendues économies du procédé?

M. F.-O. Ward a répondu successivement à ces diverses interpellations.

A l'objection que l'eau douce est moins agréable au goût que l'eau calcaire, il a opposé la préférence des populations pour les eaux pures, partout où, comme à Malvern et à Farnham, en Angleterre, des sources non calcaires et des sources calcaires, jaillissant de la terre à peu de distance les unes des autres, laissent aux hommes et aux animaux la liberté du choix.

A Paisley, a-t-il dit, les neuf dixièmes de la population se servent de l'eau douce qu'une compagnie fournit à la ville, quoique cette eau se paye assez cher, tandis que l'on peut prendre gratuitement les eaux calcaires des puits de la ville, et l'eau de la rivière le *Blackcart* qui la traverse.

Les populations qui jouissent de ces eaux relativement pures, ainsi que les habitants des terrains granitiques, qui boivent de l'eau sans la moindre trace de chaux, ne souffrent pas pour cela des maladies rachitiques. Au contraire, les habitants des *Highlands*, en Écosse, qui jouissent souvent de sources d'eau presque aussi pure que l'eau distillée, sont remarquables par leur développement athlétique, et par la solidité et le poids de leur charpente osseuse.

Quant à la comparaison entre l'eau de source calcaire et l'eau distillée ou l'eau pluviale, M. F.-O. Ward l'a repoussée comme pêchant par la base. L'eau distillée, a-t-il dit, a toujours un goût métallique; l'eau pluviale, telle qu'elle se présente surtout dans les villes, contient des impuretés nauséabondes dont elle s'imprègne en lavant l'air et les toits des maisons. C'est entre des sources calcaires et des sources non calcaires que la comparaison, pour être juste et concluante, doit s'établir; car alors la décision n'est pas troublée par des différences de fraîcheur, par des imprégnations accidentelles, etc.

Quant à l'amélioration de la santé résultant de l'usage de l'eau douce, M. F.-O. Ward a invoqué le témoignage des médecins de plusieurs grandes villes, où le régime d'eau douce a été substitué

au régime d'eau dure. Plusieurs de ces témoignages, a-t-il dit, se trouvent consignés dans sa brochure déjà citée « sur les sources artificielles. » Comme exemple de ces témoignages, il a lu le suivant :

« C'est ici l'opinion unanime des médecins, dit le docteur Leach, de Glasgow, qu'une grande amélioration de la santé publique est résultée de la substitution de l'eau douce à l'eau dure.

» On remarque une diminution dans le nombre des maladies des voies urinaires, et surtout des calculs de la vessie. Les fièvres et les dyspepsies sont aussi moins nombreuses, et toutes les maladies se guérissent plus facilement sous le régime de l'eau douce que sous celui de l'eau dure. Pendant le choléra les quartiers de Glasgow qui jouissent de l'eau douce ont souffert beaucoup moins que les autres parties de la ville, et la société médicale est unanime pour attribuer cette immunité relative à la qualité supérieure de l'eau. »

Du reste, a ajouté M. Ward, je défie qu'on me cite l'exemple d'un homme ou d'une population, qui, jouissant d'une source pure, ait jamais songé à y ajouter de la craie; addition très-facile si réellement elle était avantageuse.

A ceux des préopinants qui avaient cité, en faveur de l'eau calcaire, des préférences individuelles, M. F.-O. Ward a répondu qu'il ne faut pas trop s'y arrêter. L'habitude, a-t-il dit, entre pour beaucoup dans des préférences pareilles. De même que le buveur d'eau-de-vie préfère cette liqueur ardente aux vins les plus délicats, qu'il trouve insipides; de même celui qui, dès son enfance, s'est habitué à boire de la craie dissoute dans son eau, finit par en aimer le goût, que les buveurs d'eau de source douce et pure trouvent, au contraire, extrêmement désagréable. En pareil cas c'est aux appréciations statistiques qu'il appartient de rectifier, par une neutralisation réciproque, les divergences opposées des appréciations individuelles.

Aux doutes et aux questions présentées par quelques interlocuteurs sur la difficulté supposée du procédé, et sur le coût des manipulations qu'il nécessite, M. F.-O. Ward a répondu en y opposant l'expérience déjà acquise à Woolwich.

Dans les réservoirs de cette ville, a-t-il dit, l'enlèvement du

précipité s'opère une fois en deux mois, et n'offre aucune difficulté. L'ajustement de la quantité de chaux requise se fait aussi, avec la plus parfaite facilité, au moyen du réactif (le nitrate d'argent) qui décèle, par une couleur jaunâtre, le moindre excès de chaux libre.

Pour ce qui concerne l'aération de l'eau, M. F.-O. Ward admet, a-t-il dit, que la chaux qu'on y ajoute précipite l'acide carbonique qui s'y trouve dissout à l'état gazeux. Mais cette perte, quand même elle serait irrémédiable, ne serait pas, selon lui, une raison suffisante pour se priver des avantages, bien autrement considérables, qui résultent de la précipitation de la craie. Ce serait acheter trop cher l'aération carbonatée de l'eau que de se résigner, pour se la procurer, à l'imprégnation terreuse. Aussi partout où, comme à Farnham, les populations ont le choix entre deux eaux, l'une carbonatée mais calcaire, l'autre manquant d'acide carbonique dissous mais libre aussi de l'impureté minérale, c'est à cette dernière que s'arrête la préférence publique.

Heureusement, a-t-il ajouté, nous ne sommes pas obligés d'admettre l'une ou l'autre de ces fâcheuses alternatives. L'eau n'a pas besoin, pour dissoudre les gaz, de tenir aussi en dissolution une matière solide quelconque. Les eaux les plus pures, y compris même l'eau distillée, sont des dissolvants énergiques des gaz — soit du gaz acide carbonique, soit de l'air atmosphérique. Ce dernier, il faut remarquer, n'est pas précipité par la chaux, qui n'entraîne que l'acide carbonique. Du reste, rien de plus facile, rien de moins coûteux, selon M. Ward, que d'aérer artificiellement l'eau distribuée dans une grande ville. A cet effet, a-t-il dit, on n'a qu'à munir le conduit principal d'un petit embranchement, et à y refouler de l'air ou de l'acide carbonique dans la proportion voulue, de manière à faire constamment arriver un filet gazeux, sous pression, au courant d'eau dans le conduit. M. F.-O. Ward a imaginé ce moyen, a-t-il dit, en observant l'aération spontanée de l'eau distribuée à Rugby, chaque fois que, subitement admise dans les tuyaux, elle y rencontre et comprime l'air atmosphérique qui seul les remplissait auparavant. En ces occasions l'eau sort des robinets si fortement aérée

qu'en la regardant dans un verre on aperçoit des milliers de petites bulles gazeuses disséminées dans toute sa masse et s'attachant au fond et aux parois du verre. Il n'y a donc pas lieu, selon M. Ward, de repousser l'eau chimiquement adoucie, faute d'une aération qu'on peut si facilement lui ménager.

M. F.-O. Ward a terminé la discussion en remerciant ceux de ses auditeurs qui, en lui posant des objections et des questions, lui avaient procuré l'occasion de fournir ces explications succinctes. Ce n'est pas, a-t-il dit, sans mûr examen que l'école sanitaire anglaise a posé en principe la supériorité générale de l'eau pure sur l'eau calcaire pour tous les usages, alimentaires, détersifs et industriels. Ce principe, très-généralement reconnu aujourd'hui en Angleterre, sera bientôt, il l'espère, admis dans tous les pays de l'Europe et du monde, en entraînant partout l'adoption des moyens pratiques qu'il vient d'indiquer pour sa réalisation.

NOTES COMPLÉMENTAIRES.

I.

La concision nécessaire de mes réponses aux objections et aux questions que plusieurs membres éminents du Congrès international de bienfaisance (notamment MM. Warentrapp de Francfort; Nahwaski, de Genève; Sarphati, d'Amsterdam; Stas, Vandenbroeck et A. Melsens, de Bruxelles, etc.) ont bien voulu me poser au sujet de l'amélioration artificielle des eaux de sources calcaires, a laissé plusieurs lacunes que je saisis avec empressement cette occasion de remplir.

En discutant la question capitale : — si la chaux dans les eaux calcaires est nécessaire pour l'alimentation du squelette des hommes et des animaux qui en boivent? — j'ai omis de faire remarquer que, dans la pratique, et pour ce qui concerne le procédé Clark, cette question ne se trouve jamais posée d'une manière *absolue*.

La chaux ajoutée aux eaux dures fait rarement déposer la *totalité* de leur matière calcaire; dans la plupart des cas (comme par exemple dans les cas de Londres, de Paris et de Bruxelles), l'em-

ploi du procédé n'enlève que les deux tiers ou les trois quarts de la craie, en laissant le surplus dissous, comme auparavant, dans l'eau.

Ce n'est donc pas entre deux eaux, l'une absolument pure et privée de toute trace de chaux, l'autre, au contraire, très-calcaire, que nous sommes appelés à choisir en discutant l'adoption ou le rejet du procédé Clark; mais bien entre deux eaux, l'une légèrement calcaire, l'autre surchargée de craie.

Pour des hommes modérés, pratiques, aimant à éviter toutes les vues extrêmes, cet argument aura quelque poids.

Ceux qui, nonobstant la santé robuste des populations de terrains primitifs aux sources absolument pures, se demandent encore aujourd'hui (se basant sur quelques expériences isolées de Boussingault), si la dégénération rachitique ne résulterait pas de l'adoucissement de l'eau, apprendront avec satisfaction que l'eau de Woolwich, même après l'adoucissement qu'elle subit, contient toujours assez de craie pour suppléer au déficit de chaux dans l'alimentation la moins riche en cette base.

M. Boussingault affirme (*Annales de chimie*, 3me série, T. XVI, page 480 *et seq.*) qu'un porc, nourri par lui, pendant 93 jours, de 544 kilogrammes de pommes de terre, et de 900 litres d'eau, a fixé dans son squelette 150 grammes de chaux, tandis que les pommes de terre ne lui en ont fourni (d'après l'analyse de leurs cendres) que 98 grammes.

Le déficit, soit 52 grammes, lui a donc été fourni, selon M. Boussingault, par les 900 litres d'eau, qui contenaient environ 2 en 10,000 de chaux (sous forme de carbonate).

Sans discuter, pour le moment, les chiffres de l'illustre philosophe, — chiffres sur lesquels je me propose de revenir, — je crois utile, sous le point de vue pratique, de faire remarquer que si le porc de M. Boussingault eût pris 900 litres de l'eau de Woolwich, même après l'adoucissement, cette eau lui eût fourni plus de 104 grammes de chaux ; c'est-à-dire plus de deux fois la quantité nécessaire, selon M. Boussingault, pour suppléer au déficit de chaux dans sa nourriture solide.

Du reste, en variant la quantité de chaux ajoutée à l'eau qu'il s'agit d'adoucir, on peut précipiter l'exacte quantité de

cette base que l'on juge convenable, en laissant dissoute telle ou telle proportion commandée par des craintes ou des préjugés provisoires.

L'eau nouvellement amenée à Bruxelles ne perd pas plus que l'eau de Woolwich la totalité de sa matière calcaire quand on la soumet au nouveau traitement.

J'ai puisé deux échantillons d'eau au grand réservoir de Bruxelles (situé au faubourg d'Ixelles); à l'un de ces échantillons j'ai appliqué le procédé Clark, tandis que j'ai conservé l'autre non traité, comme terme de comparaison.

J'ai fait une dissolution alcoolique de savon blanc de Marseille, dont le titre a été tel que 5 gouttes, ajoutées à 25 centimètres cubes d'eau distillée, ont fait mousser cette eau aussitôt que je l'ai secouée dans le flacon.

Pour faire mousser 25 centimètres cubes de la nouvelle eau de Bruxelles, non soumise au traitement de Clark, il a fallu y ajouter non moins de 75 gouttes de la dissolution de savon; ou 15 fois autant que n'en a requise l'eau distillée.

La même quantité de l'eau de Bruxelles, après avoir subi le procédé Clark, a moussé avec 25 gouttes de la dissolution savonneuse; ou 5 fois autant que n'en a requis l'eau distillée.

La dureté de l'eau de Bruxelles peut donc être réduite dans la proportion de 15 à 5.

En répétant ces expériences comparatives avec des échantillons d'eau pris aux robinets de distribution dans les bains et lavoirs publics de Bruxelles, j'ai obtenu les résultats suivants:

	Gouttes d'une dissolution de savon.
1. L'eau des bains et lavoirs, non bouillie, a requis pour mousser	71
2. Un autre échantillon de la même eau, essayé après 5 minutes d'ébullition, a moussé avec	60
3. Un autre échantillon de la même eau, non bouillie, mais soumise au procédé Clark, a moussé avec	24

En comparant les résultats nos 1 et 3, on voit que l'adoucissement obtenu dans cet essai a été sensiblement égal à celui

qu'ont donné les expériences précédentes. Car nous avons 75 : 71 :: 25 : 23,66 ; et ce dernier chiffre ne diffère de 24 que de 0,34 — divergence fractionnelle qui rentre dans la limite des erreurs ordinaires d'observation.

Quant à la différence entre les chiffres 75 et 71, elle n'a pas d'importance; en ramenant les deux essais à un même terme commun par une *observation-type* (dont j'expliquerai la nature plus loin) je me suis assuré que cette différence n'indique qu'un changement dans le titre de la dissolution savonneuse, par suite de l'évaporation d'une partie de l'alcool. La quantité de savon réel ajouté à l'eau dans l'un et l'autre cas était, à une minime fraction près, la même.

On peut donc estimer le degré d'adoucissement qui résulte, pour l'eau distribuée à Bruxelles, de l'application du nouveau procédé, par le rapport entre les chiffres 71 et 24. Ce rapport s'élève à 2,958.

En chiffres ronds et en langage familier, on peut dire que la dureté de l'eau de Bruxelles est réduite des deux tiers par l'emploi du nouveau système.

Le résultat n° 2 est important en tant qu'il tend à corriger une erreur très-généralement répandue, même parmi les personnes les mieux informées et dans les rapports officiels les plus récents sur cette grave question.

Cette erreur consiste dans l'affirmation que l'ébullition, *telle qu'elle se pratique ordinairement*, suffit pour précipiter le carbonate de chaux des eaux dures. Ainsi, d'après le rapport d'une commission de chimistes, nommée en 1851 pour examiner la qualité des eaux de Londres, il paraîtrait que ces eaux, dont la dureté à froid s'élève à 14 degrés sur l'échelle de Clark (soit à 2 3es de craie en 10000), n'ont plus, après l'ébullition ordinaire, qu'une dureté de 5 degrés sur la même échelle; adoucissement qui s'exprimerait par le rapport élevé 2,800.

A cette opinion, répétée de livre en livre et de rapport en rapport, sans qu'on se donne la peine d'en examiner les bases, j'oppose le fait général, positif, établi par de nombreuses observations, qu'il faut une ébullition *prolongée pendant* 2 1/2 *à* 3 *heures* pour expulser la totalité de l'acide carbonique libre d'une eau

craieuse, et pour en précipiter, par conséquent, la totalité du carbonate de chaux.

L'expérience n° 2 montre que l'eau de Bruxelles (eau dont la composition, pour ce qui concerne la proportion relative du carbonate de chaux, ne diffère pas beaucoup de celle des eaux de Londres) a subi l'ébullition pendant 5 minutes, sans que sa dureté en ait été réduite plus que dans la faible proportion de 71 à 60; proportion dont le rapport est seulement de 1,183.

Nous avons déjà vu que l'adoucissement résultant, pour cette eau, de l'emploi du procédé Clark, s'exprime par le rapport 2,958.

La supériorité du procédé Clark à l'ébullition ordinaire, pour ce qui concerne l'adoucissement de ces eaux, s'exprime donc par le rapport entre les rapports 2,958 et 1,183. Ce rapport s'élève à 2,500; et la supériorité réelle de l'un résultat sur l'autre peut être familièrement désignée comme étant de 150 °/₀.

La supériorité de l'adoucissement à froid sur l'adoucissement à chaud paraîtrait encore plus considérable, si l'on faisait entrer en ligne de compte le coût relatif des deux procédés ; dont l'un *consomme* toujours du combustible, tandis que l'autre, dans des cas favorables, *produit* du blanc d'Espagne.

Il importe de remarquer que, aux bains et lavoirs de Bruxelles, on fait bouillir l'eau en la faisant traverser par un courant de vapeur. Ce système facilite, bien plus que l'ébullition ordinaire, la volatilisation de l'acide carbonique et la précipitation conséquente de la craie. Des bicarbonates bien autrement fixes que celui de la chaux (le bicarbonate de soude par exemple) sont réduits à l'état de protocarbonates quand on fait passer dans leurs dissolutions un courant de vapeur d'eau.

Dans l'essai n° 2 j'ai fait marcher la vapeur à plein robinet, de sorte qu'une quantité extraordinaire en a traversé l'eau, en y produisant une ébullition des plus violentes. Le résultat d'un pareil essai fournit certainement une conclusion *à fortiori* sur le point en question.

Cette conclusion, d'ailleurs, se trouve pleinement confirmée par le jugement pratique des blanchisseuses de Bruxelles.

Ces appréciatrices expertes, après avoir essayé l'eau amenée

à cette ville par le grand aqueduc récemment construit, la déclarent dure, mauvaise; elles refusent de s'en servir.

Aussi les lavoirs publics de Bruxelles, quoique admirablement installés et tenus, sont déserts.

Au moment de ma visite il n'y avait, dans toute la vaste salle, que deux laveuses; et celles-là, en réponse à mes questions, se sont plaintes de la quantité de savon et de sel de soude consommée par l'eau, ainsi que de l'usure rapide et du jaunissement prononcé qui en résultent pour le linge qu'on y lave.

Cette indication pratique, eu égard aux circonstances spéciales du cas, fournit un argument *à fortiori* en faveur du procédé Clark, et contre l'adoucissement par la chaleur. Car, aux bains et lavoirs, les laveuses sont libres de prolonger l'ébullition de l'eau aussi longtemps qu'elles le désirent, sans qu'on leur fasse rien payer pour la vapeur et le combustible ainsi consommés. Ce serait évidemment dans un établissement pareil que l'on pourrait le plus avantageusement employer l'adoucissement à chaud, si ce procédé avait réellement l'efficacité rapide qu'on lui attribue.

La pratique marche donc d'accord avec la science pour faire repousser l'adoucissement par la chaleur, ainsi que celui qu'on opère par le sel de soude, comme étant des procédés à la fois plus coûteux et moins efficaces que le nouveau système d'adoucissement à froid.

Pour compléter ces appréciations comparatives, nous avons besoin de connaître la qualité de l'eau que les blanchisseuses de Bruxelles préfèrent à celle de la distribution nouvelle.

C'est à l'eau pluviale, reçue sur les toitures des maisons et gardée dans des citernes maçonnées, que les blanchisseuses de Bruxelles ont recours dans l'exercice de leur industrie.

Or, les eaux pluviales, qui lavent successivement l'air enfumé de la ville, le mortier dont les tuiles sont jointoyées, et la poussière qui s'accumule sur les toits, sont bien moins pures, moins douces qu'on ne le croit généralement.

Tous les échantillons que j'en ai examinés ont requis, pour mousser, de 4 à 6 fois autant d'une dissolution savonneuse que n'en a demandée une égale quantité d'eau distillée.

La dureté moyenne de ces eaux, relativement à celle de l'eau distillée prise comme unité, s'exprime donc par 5 ; chiffre qui représente aussi la dureté relative de l'eau de la nouvelle distribution bruxelloise, après qu'on lui a fait subir l'adoucissement à froid (voir page 601).

On voit donc que, grâce au nouveau procédé, *l'eau dure distribuée à Bruxelles peut être rendue aussi douce que l'eau de citerne;* et cela, bien entendu, sans acquérir le goût âcre et nauséabond de cette dernière.

L'eau de Bruxelles, ainsi améliorée, deviendra une véritable *eau à deux fins.* Elle réunira aux qualités qui recommandent l'eau de source celles qui font rechercher l'eau pluviale. Pour me bien assurer de ce fait, j'ai donné à boire de l'eau adoucie à plusieurs amis, qui en ont trouvé, comme moi, le goût très-suave et très-pur. J'ai fait faire du café avec de l'eau adoucie ; j'y ai fait cuire des légumes ; j'y ai fait savonner du linge. Dans tous ces essais la supériorité de l'eau adoucie a été manifeste.

J'ai donc cru devoir prier M. Carez, l'ingénieur de la ville de Bruxelles, de répéter avec moi, sur une plus grande échelle, ces diverses expériences, afin d'en proposer, dans le cas d'un succès qui n'est pas douteux pour moi, l'adoption définitive par l'autorité communale. J'ai indiqué à M. Carez les modifications, très-simples du reste, et peu coûteuses, qu'il faudrait faire à cet effet au réservoir d'Ixelles. D'après l'accueil favorable fait à ces observations, j'ai tout lieu d'espérer qu'elles porteront bientôt leur fruit.

Les habitants de Bruxelles, la presse intelligente, les chambres, le gouvernement, ne resteront pas indifférents, je l'espère, en présence des avantages réels, saisissants, de l'amélioration proposée. Réduire dans la proportion de 75 à 25, la quantité du savon, et des autres matières premières semblables, précipitées par l'eau dans son état actuel ; faire circuler dans toutes les maisons une eau, égale comme boisson aux meilleures eaux de source, et non moins apte aux usages détersifs, culinaires, industriels, que l'eau pluviale elle-même ; voilà des avantages qu'on ne peut pas, me semble-t-il, raisonnablement négliger.

Les industriels, consommateurs de l'eau en grand, seront sans

doute les premiers à s'occuper d'une question qui touche de si près à leurs intérêts. Déjà un teinturier du voisinage de Bruxelles m'a apporté un échantillon de l'eau qui alimente sa fabrique, et m'a assuré que l'adoucissement de cette eau lui épargnerait non moins de 25,000 francs par an, en lui évitant la déperdition de la garance actuellement précipitée par les impuretés minérales qu'elle renferme. L'application du nouveau procédé à cette eau en a fait tomber non-seulement la craie, mais aussi une proportion notable de fer; impureté très-nuisible au teinturier, en ce qu'elle communique aux couleurs rouges une nuance terne, brunâtre, qui en diminue beaucoup la valeur commerciale. C'est à la pureté presque absolue de leurs eaux que certains teinturiers de la Suisse doivent la supériorité reconnue de leurs cotons teints en rouge d'Andrinople. La pureté de l'eau est également une condition essentielle de perfection pour la brasserie, la tannerie, la fabrication du papier et bien d'autres industries importantes. L'adoption du nouveau procédé par la ville de Bruxelles éviterait, pour toutes ces industries, des pertes énormes de matières premières, et amènerait aussi, dans beaucoup de cas, une amélioration notable des produits.

En attendant ces avantages, et pour revenir à notre point de départ immédiat, prenons acte du fait, désormais établi, que l'adoucissement proposé laisserait toujours dans l'eau de Bruxelles assez de chaux pour suppléer largement, et au delà, au déficit supposé de cette base dans la nourriture solide des hommes et des animaux, — quand même cette nourriture ne consisterait, dans certains cas, qu'en pommes de terre.

II.

Dans les pages précédentes je me suis servi de l'expression *observation-type*, et j'ai promis d'en donner l'explication.

A cet effet, je décrirai succinctement la méthode que j'emploie, depuis 5 ans, pour apprécier la dureté comparative des eaux; méthode que la pratique m'a suggérée, comme étant à la fois simple, d'un emploi facile, et très-exacte.

Au lieu de me servir des instruments gradués, et des dissolu-

tions titrées de MM. Clark, Boutron et Henry, etc., j'opère avec une dissolution savonneuse *quelconque ;* et je commence par observer combien de gouttes il m'en faut, pour faire mousser une quantité *quelconque* d'eau distillée. Partant de cette base, que j'appelle *observation-type*, je puis comparer entre eux autant d'échantillons d'eau que je le veux. Si ma dissolution s'altère par l'évaporation; ou si, épuisée au milieu d'une série d'expériences, j'en ai à faire une nouvelle provision; une seconde *observation-type* détermine le rapport de la variation, si grande qu'elle soit, et rattache l'une à l'autre deux séries d'observations faites dans les conditions les plus différentes.

Ainsi, partout où je me trouve, et à quelque intervalle de temps que ce soit ; sans tube gradué, sans balance, sans appareil quelconque, sinon quelques flacons qui se trouvent partout; je puis faire l'essai d'une eau, en établir, par une *observation-type*, le rapport à l'eau distillée (ou, faute de celle-ci, à l'eau pluviale provenant des nuages à la campagne), et rattacher ainsi la nouvelle observation à toute la série de mes observations, soit antérieures, soit subséquentes.

Avec un peu de pratique on arrive, par cette méthode, à un si grand degré de rapidité et d'exactitude qu'on peut essayer plus d'une douzaine d'échantillons d'eau par heure; et que, en répétant les essais, on arrive constamment, à une goutte près, au même résultat.

Quand on compare des eaux très-dures à des eaux très-douces, il convient que la quantité de ces dernières mises à l'essai soit un multiple plus ou moins considérable de la quantité des premières. Par cet artifice on évite, d'un côté, l'inexactitude qui résulterait, dans l'essai des eaux douces, de l'emploi d'un nombre trop restreint de gouttes de la dissolution, et, d'un autre côté, les longueurs oiseuses qu'occasionnerait, dans l'essai des eaux dures, l'addition d'un nombre de gouttes qui, dans ces cas, s'élèverait à plusieurs centaines. Il va sans dire que, pour établir le rapport de ces observations à l'unité, on n'a qu'à diviser dans chaque cas le résultat obtenu par le chiffre employé comme multiple.

—

III.

Pour ce qui concerne la réalisation pratique de mon procédé pour l'aération artificielle des eaux distribuées dans les grandes villes, j'indiquerai d'abord les données scientifiques dont il faut tenir compte à cet effet, et je déduirai ensuite les conditions matérielles de l'exécution économique du procédé. J'espère qu'un essai prochain sur une échelle considérable me permettra de vérifier et au besoin de préciser davantage ces indications, aujourd'hui nécessairement sommaires.

Les données scientifiques sur lesquelles ce procédé repose, sont les suivants :

L'eau dissout, par litre, à la température zéro centigrade et à la pression bar. 76 centimètres, 46 centimètres cubes de gaz oxygène, 25 centimètres cubes de gaz azote, 1000 centimètres cubes de gaz acide carbonique.

Autrement dit, 1 volume d'eau, à la température et à la pression indiquées, dissout 0,046 volume d'oxygène, 0,025 d'azote, et 1,000 d'acide carbonique.

Le litre d'eau pèse 1000 grammes, le litre d'oxygène 1,4298, le litre d'azote 1,2590, et le litre d'acide carbonique 1,9770.

Le litre d'air atmosphérique, qui est un mélange de 4 volumes d'azote avec 1 volume d'oxygène, pèse 1,2932 gramme.

La solubilité d'un gaz quelconque dans l'eau varie avec la pression de ce gaz. Ainsi en doublant, ou en diminuant de moitié la pression d'un gaz sur l'eau, on double ou diminue de moitié le volume dissous de ce gaz.

Quand deux gaz sont mélangés en proportions égales, chacun d'eux n'exerce que la moitié de sa pression, et par conséquent perd la moitié de sa solubilité.

De même, quand deux gaz sont mélangés dans des proportions inégales (comme l'oxygène et l'azote dans l'atmosphère) la perte de pression et de solubilité est d'autant plus considérable pour chacun d'eux, que sa proportion dans le mélange se trouve plus réduite.

Ainsi, 1 volume d'eau en présence d'une atmosphère com-

posée (comme l'air ordinaire) de 4 cinquièmes d'azote et de 1 cinquième seulement d'oxygène, absorbe :

D'azote 0.025 × 0.8 = 0.0200 volume.
D'oxygène 0.046 × 0.2 = 0.0092 »

Effectivement, quand on analyse l'air atmosphérique qu'on extrait de l'eau par l'ébullition, on y trouve l'azote et l'oxygène, non pas dans la proportion de leur solubilité relative (comme 25 à 46) ni dans la proportion du mélange atmosphérique (comme 4 à 1) mais bien dans la proportion ci-dessus indiquée—l'oxygène fournissant un peu moins que le tiers de la masse totale.

De ces données il résulterait que, pour charger d'air atmosphérique une eau qui en serait absolument dépourvue, il suffirait d'y insuffler 36.8 litres d'air par mètre cube d'eau ; et que de ces 36.8 litres 29.2 seulement seraient dissous, le restant, 7,6 litres, étant l'azote en excès, auquel il faudrait ménager une issue.

Mais une aussi entière dissolution de l'oxygène, une séparation aussi complète et aussi exclusive de l'azote en excès, ne sauraient avoir lieu, vu que l'eau, en dissolvant l'oxygène plus avidement que l'azote, changerait à chaque instant la proportion de ce gaz dans l'air insufflé; de sorte que l'oxygène, contribuant à chaque instant de moins en moins à la pression totale du mélange gazeux, aurait aussi à chaque instant, d'après la loi indiquée plus haut, une tendance décroissante à se dissoudre.

Pour conserver au mélange atmosphérique, pendant toute la durée de l'opération, son exacte solubilité initiale, il faudrait aussi en maintenir constamment l'exacte composition primitive, en compensant, par des additions successives d'oxygène, la plus rapide dissolution de cet élément. Mais il n'est nullement nécessaire dans la pratique d'obtenir une compensation aussi théoriquement exacte, dont le maintien constant exigerait des soins et entraînerait des dépenses considérables. Pour être sûr de fournir à l'eau une quantité suffisante de l'oxygène, nonobstant la solubilité décroissante de cet élément, il suffirait, dans la pratique, d'insuffler deux fois la proportion d'air indiquée dans le paragraphe précédent, et de ménager une issue pour près de six

fois autant de gaz en excès. Autrement dit, il faudrait pour chaque mètre cube de l'eau à aérer, ménager l'insufflation de 73.6 litres d'air atmosphérique, et la sortie de 44.4 litres de mélange gazeux en excès, mélange dans la composition duquel l'azote entrerait pour environ les cinq sixièmes.

Cela posé, il est facile de calculer la quantité d'air qu'il faudrait insuffler aux 20000 mètres cubes d'eau amenés journellement à Bruxelles, pour aérer celle-ci au degré normal. en la supposant absolument dépourvue de gaz en dissolution. A cet effet, il suffirait, d'après les chiffres ci-dessus indiqués, d'y faire entrer 1472 mètres cubes d'air par jour. Cette quantité, en supposant encore que la distribution s'opérât pendant 10 heures de la journée, équivaudrait à 147,2 mètres cubes par heure, ce qui fait 40,9 litres par seconde.

Pour opérer l'insufflation de cet air, on se servirait de l'un ou l'autre des deux moyens suivants, selon que l'on aurait à sa disposition la force naturelle de la gravitation, ou à défaut de celle-ci la force motrice de la vapeur. Dans le premier cas, on ménagerait au réservoir une prise d'eau en cascade, munie d'aspirateurs latéraux, semblables à ceux des souffleries Catalanes. Dans le second cas, on établirait une pompe aspirante et foulante dont le cylindre aurait la capacité nécessaire pour refouler par un tuyau latéral dans le conduit principal de l'eau, la quantité d'air ci-dessus indiquée.

Cette capacité, en faisant la part de l'espace occupé par le piston, de la résistance de frottement, etc., et en supposant que la pompe fasse 20 doubles coups par minute, serait de 93.33 litres; de sorte qu'un cylindre d'un mètre de hauteur sur 35 centimètres de diamètre, dont la capacité serait de 96.2 litres, suffirait largement au service requis.

Le tuyau d'échappement pour l'azote en excès devrait pouvoir laisser échapper 888 mètres cubes par jour, soit 37 mètres cubes par heure, soit 10.27 litres par seconde. A cet effet, un tuyau vertical, d'environ 0.300 mètre de diamètre, devrait s'élever du conduit principal à quelques centaines de mètres du point d'insufflation. La hauteur de ce tuyau devrait être telle qu'il puisse contenir la colonne d'eau nécessaire pour faire équilibre à la

charge dans le conduit. Pour faciliter l'échappement du gaz par ce tuyau, il conviendrait que son embranchement sur le conduit principal soit une courbe à large rayon, et que la forme de son orifice de communication avec le conduit soit allongée dans le sens de l'axe de celui-ci; double disposition dont l'effet serait d'obvier à la tendance qu'aurait autrement l'air en excès de se laisser entraîner par le courant d'eau, et de passer ainsi devant le tuyau d'échappement, au lieu d'y entrer pour en sortir.

Cependant, comme l'eau amenée à Bruxelles est naturellement bien aérée, et comme l'application du procédé Clark lui ferait perdre, non point son air atmosphérique, mais seulement son acide carbonique, il est probable que les dispositions ci-dessus indiquées auraient pour effet d'augmenter considérablement, peut-être même de doubler le volume d'air atmosphérique (environ 3,2 °/₀) qu'elle contient naturellement.

Je crois que cette augmentation de la quantité d'oxygène dans l'eau compenserait, et au delà, la perte de l'acide carbonique, pour ce qui concerne l'aspect étincelant et les qualités digestives et rafraîchissantes de l'eau.

La matière première de cette aération étant fournie sans frais par la nature, et le coût du refoulement, soit par le système Catalane, soit même par la pompe refoulante, étant évidemment insignifiant, je n'hésite pas à recommander ce procédé soit pour compenser la perte de l'acide carbonique par le procédé Clark, soit pour améliorer les qualités alimentaires des eaux manquant naturellement d'acide carbonique.

Si, toutefois, on se décidait, dans certains cas, d'insuffler à l'eau une certaine proportion d'acide carbonique lui-même, il faudrait établir un appareil pour produire la quantité nécessaire de ce gaz.

Or, comme les 20000 mètres cubes d'eau amenés journellement à Bruxelles contiennent 2 grammes en 10000 de craie, dissoute par un équivalent d'acide carbonique, cette masse d'eau renferme 885 mètres cubes d'acide carbonique libre, pesant 1760 kilos.

Pour produire ces 1760 kilos d'acide carbonique, il faudrait brûler 480 kilos de carbone pur; soit de 500 à 600 kilos de charbon de bois bien brûlé, tel par exemple que la braise de

boulanger. On aurait soin de faire un fort appel d'air, afin de prévenir, par une combustion complète, la production de l'oxyde de carbone. Le gaz, reçu dans un double soufflet à action continue, serait refoulé successivement dans deux récipients, l'un contenant du carbonate de soude, l'autre de l'acide sulfurique. Après avoir ainsi perdu les traces de vapeurs acides et alcalines qui pourraient s'y trouver, il serait lavé à grande eau et amené, par un tuyau muni d'un robinet, au conduit principal de l'eau. Le robinet permettrait de déterminer avec précision la proportion du gaz ajoutée.

En additionnant le coût d'environ 600 kilos de charbon de bois par jour, avec le salaire d'un ouvrier chargé de diriger l'opération, et l'intérêt de quelques centaines de francs que coûteraient l'appareil et l'outillage, on aura les principaux éléments de la dépense de ce procédé.

Il serait bien plus coûteux de développer l'acide carbonique requis, en calcinant dans des creusets la craie précipitée, ou en décomposant cette craie, soit par l'acide chlorhydrique, soit par l'acide sulfurique. Je n'insiste donc pas sur ces méthodes, qui, du reste, sont bien connues dans les arts, et n'offriraient aucune difficulté aux hommes spéciaux. Je les indique d'autant plus sommairement que, selon moi, l'aération oxygénique ou atmosphérique, telle que je l'ai décrite plus haut, remplacera parfaitement dans la pratique, à un coût presque insignifiant, l'aération par l'acide carbonique bien autrement dispendieuse.

Le temps et l'espace me manquent pour poursuivre aujourd'hui ces développements. Je termine donc en renouvelant l'expression de mon espoir, que, devant la netteté de la statistique anglaise, et les résultats positifs de l'expérience acquise à Woolwich, tous les doutes finiront bientôt par tomber, et que toutes les populations de l'Europe et du monde jouiront, d'ici à peu de temps, des inestimables avantages que leur procurera l'emploi de l'eau parfaitement pure et salubre.

F. O. Ward.

Bruxelles, septembre 1856.